



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

217092

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4829053/10

(22) 28.05.90

(46) 15.07.92, Бюл. № 26

(71) Всесоюзный научно-исследовательский
и конструкторско-технологический институт
по спортивным изделиям

(72) М.А.Трахимович

(53) 531.781(088.8)

(56) Авторское свидетельство НРБ
№ 29690, кл. G 01 L 1/22, 1979.

Авторское свидетельство СССР
№ 974155, кл. G 01 L 1/22, 1981.

(54) МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ ДАТЧИК
СИЛ И МОМЕНТОВ

(57) Использование: область измерительной
техники и может быть использовано в каче-
стве миниатюрного многокомпонентного
динамометра для измерения сил и момен-
тов резания в металлообработке, а также в
качестве миниатюрных внутримодельных
аэродинамических весов. Сущность изобре-
тения: датчик содержит силовоспринимаю-

2

щую часть (1), связанную с параллельным ей
основанием (2) шестью стержнями (3-8) с
тензорезисторами, при этом стержни (3-8)
выполнены с прямоугольным сечением и
одинаковыми по длине, и скреплены с сило-
воспринимающей частью (1) и основанием
(2) при помощи третьих заделок (9), а осно-
вание (2) и силовоспринимающая часть (1)
представляет собой повернутые относи-
тельно друг друга на угол 60° треугольники,
стержни (3-8) скреплены попарно в верши-
нах основания (2) и силовоспринимающей
части (1), а углы при вершинах треугольных
граней, образованных стержнями (3-8) в ме-
сте закрепления в силовоспринимающей
части (1) составляют $108-120^\circ$, а сами эти
вершины находятся в вершинах треугольни-
ка силовоспринимающей части (1), при этом
длина каждого стержня в три и более раза
превышает длину большей стороны его се-
чения и в два и более раза превышает базу
тензорезисторов, 9 ил.

Изобретение относится к измеритель-
ной технике и может быть использовано в
качестве миниатюрного многокомпонент-
ного динамометра для измерения сил и мо-
ментов резания в металлообработке и в
других технологических процессах, в каче-
стве миниатюрных внутримодельных аэро-
динамических весов, для очувствления
роботов, в эргономических исследованиях,
в приборах и тренажерах спортивного на-
значения и т.д.

Известен многокомпонентный дат-
чик сил и моментов, содержащий сило-
воспринимающую часть, основание и
соединяющие их стержни с измерительны-

ми преобразователями, которым присущи
сложность и статическая неопределенность
конструкции с нестабильностями во време-
ни и по температуре.

Цель изобретения - упрощение конст-
рукции и повышение технологичности ее
изготовления, повышение точности изме-
рений как в статике, так и в динамике,
расширение динамического диапазона из-
мерений и миниатюризации.

На фиг.1 схематично изображен пред-
лагаемый датчик; на фиг.2 - конструкция
одного из стержней с тензорезисторами; на
фиг.3 - схема включения тензорезисторов
каждого стержня в мост Уинстона; на фиг.4 -

9 – схемы вычисления компонент измеряемых векторов силы и момента P_z , P_y , P_x , $M(z)$, $M(y)$ и $M(x)$ в показанной на фиг. 1 системе координат XYZ.

Датчик состоит из силовоспринимающей части 1, основания 2, шести одинаковых стержней 3, 4, 5, 6, 7 и 8, соединяющих силовоспринимающую часть 1 и основание 2 с помощью заделок 9. Стержни объединены в пары 3–4, 5–6 и 7–8 под углом $\psi = 108-120^\circ$, соединяющиеся между собой у основания 2. Плоскости пар 3–4, 5–6 и 7–8 перпендикулярны силовоспринимающей части 1 и основанию 2 и образуют в их пересечении равносторонние треугольники (пунктирные линии на фиг. 1). Каждый стержень 3–8 имеет длину L и прямоугольное сечение со сторонами $a \times b$, причем величина L равна или больше утроенной большей стороне сечения (a или b). На противоположных сторонах каждого стержня вдоль его оси в средней части наклеены тензорезисторы 10 с базой 1, которые преобразуют деформацию растяжения – сжатия стержня в изменение своего омического сопротивления.

При этом длина L любого стержня равна (или) больше удвоенной величины базы 1. В непосредственной близости от рабочих тензорезисторов 10 перпендикулярно осям стержней 3–8 наклеены компенсационные тензорезисторы 11. Если величины сторон сечений a и b стержней меньше базы тензорезисторов 11, то последние могут быть наклеены на силовоспринимающей части 1 (например, заштрихованные полости 12 на фиг. 2) или на основании 2 вблизи своих стержней.

Все тензорезисторы 10 и 11 (или 10 и 12) каждого из стержней включены в мосты Уинстона (всего в устройстве шесть мостов – по числу стержней), выходные напряжения которых V_3-V_8 пропорциональны деформациям растяжения – сжатия соответствующих стержней. Причем рабочие тензорезисторы 10 каждого стержня включены в противоположные плечи моста Уинстона, а компенсационные тензорезисторы 11 (или 12) – в смежные с первыми плечи моста. Такое известное включение тензорезисторов 10, 11 (или 12) обеспечивает компенсацию изгибной деформации стержней, минимизирует температурную и временную нестабильность всех шести мостовых схем.

Устройство работает следующим образом.

Воздействующие на силовоспринимающую часть 1 векторы силы и момента (не показаны) приводят к соответствующей деформации части или всех шести 3–8 стержней. Как показали экспериментальные

исследования, доминирующим видом деформации каждого стержня является растяжение – сжатие, которые и воспринимают рабочие тензорезисторы 10. В результате выходные напряжения каждого моста V_3-V_8 пропорциональны нормальным силам соответствующих стержней 3–8.

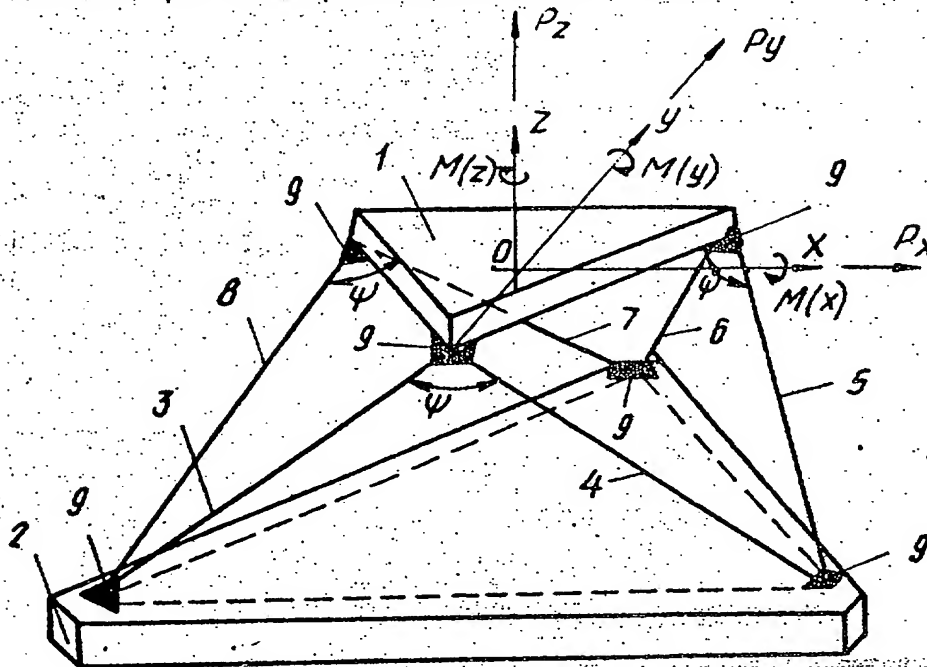
Секторы статических или динамических силы и момента, приложенных к силовоспринимающей части 1, в данной статически определимой конструкции вычисляются из известных шести уравнений равновесия в принятой на фиг. 1 системе координат XY с помощью определения трех проекций силы P_x , P_y , P_z и трех составляющих момента $M(x)$, $M(y)$ и $M(z)$ по выходным напряжениям мостов V_3-V_8 . Для решения этой известной задачи используются известные устройства, например шесть сумматоров на операционных усилителях с соответствующими коэффициентами передачи и инверсиями (фиг. 4–фиг. 9).

Использование заделок 9 концов всех стержней, а не сферических шарниров, обеспечивает упрощение конструкции устройства и ее технологичности. Этим же целям служит равенство всех стержней 3–8 по длине и по размерам их прямоугольных сечений. При сборке устройства стержни могут ввариваться между силовоспринимающей частью 1 и основанием 2 по отдельности или совместно предварительно изготавливаться из листового материала штамповкой и (или) фрезеровкой вместе с частями силовоспринимающей части 1 и основания 2 с последующей сваркой мест соединений и т.д. Прямоугольное сечение стержней упрощает процедуру наклейки рабочих и компенсационных тензорезисторов 10 и 11. При этом повышается точность измерений как в статике, так и в динамике за счет устранения эффекта гистерезиса, минимизации нелинейности и повышения жесткости, а с ней низших собственных частот устройства в целом, с повышением прочности и перегрузочной способности, что обеспечивается с помощью попарного объединения стержней 3–4, 5–6, 7–8 под углом $\psi = 108-120^\circ$ в трех плоскостях, перпендикулярных силовоспринимающей части 1 и основанию 2 в виде равносторонних треугольников, повернутых друг относительно друга под углом 60° . Для минимизации размеров устройства экспериментально определены предельные соотношения: длина каждого стержня в три раза превышает размер большей стороны его сечения (a или b) и в два раза превышает базу рабочих 10 тензорезисторов 1.

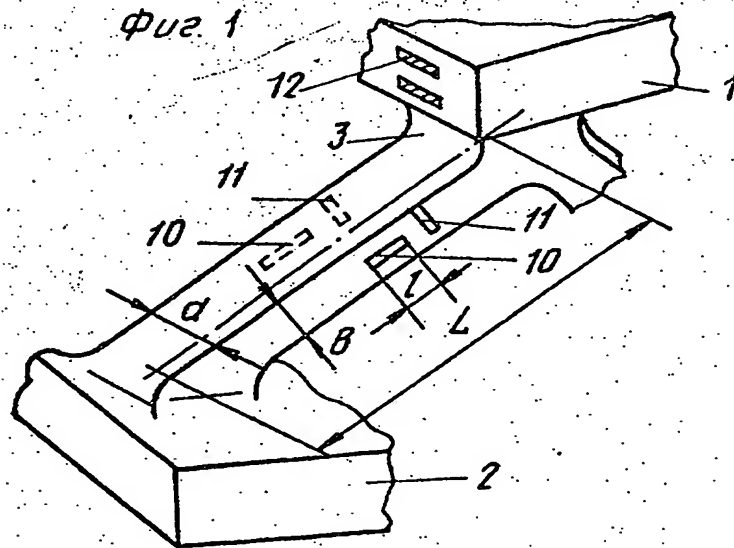
Формула изобретения

Многокомпонентный датчик сил и моментов, содержащий силовоспринимающую часть, связанную с параллельным ей основанием шестью стержнями с тензорезисторами, отличающийся тем, что, с целью повышения точности и уменьшения габаритов, стержни выполнены с прямоугольным сечением и одинаковыми по длине, и скреплены с силовоспринимающей частью и основанием при помощи жестких заделок, а основание и силовоспринимающая часть представляют собой повернутые друг относительно друга на угол 60° треугольники; при этом стержни скреплены по-

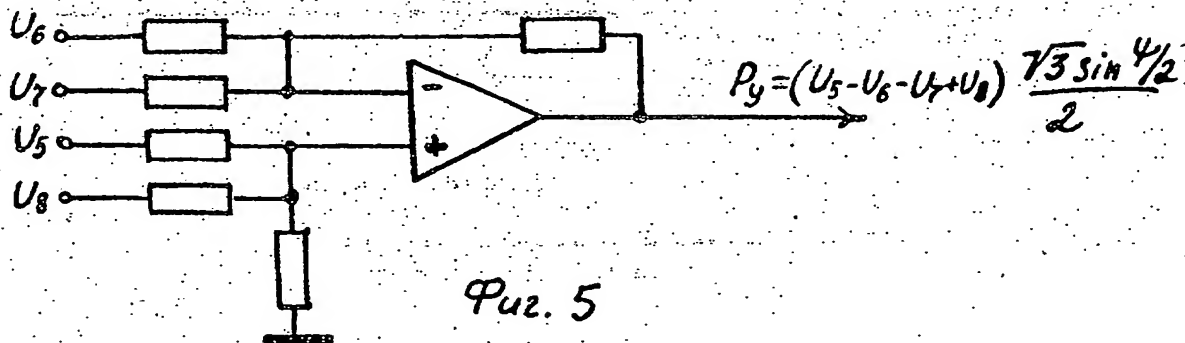
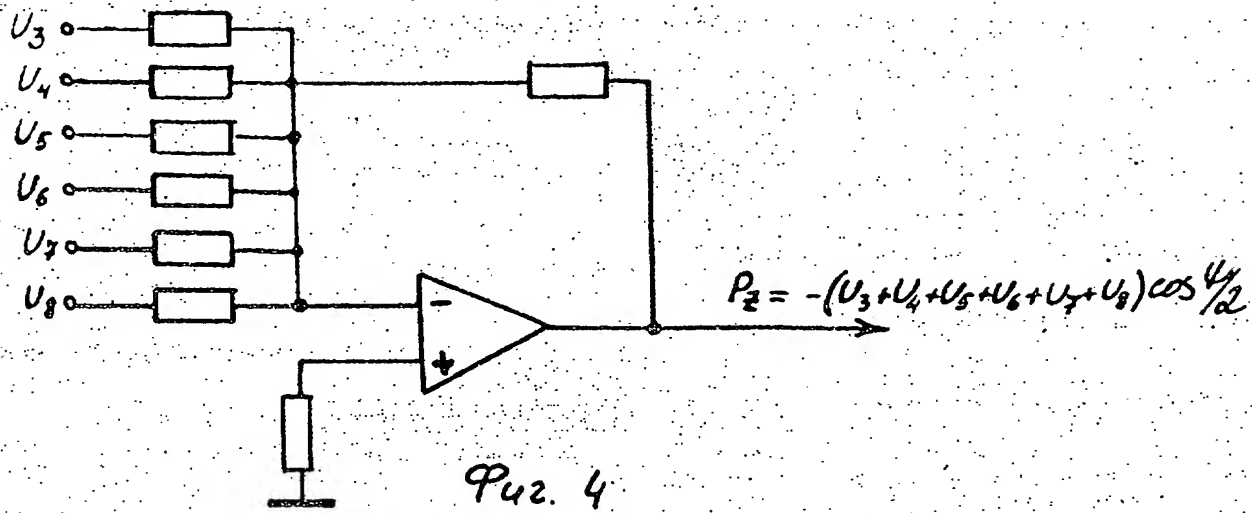
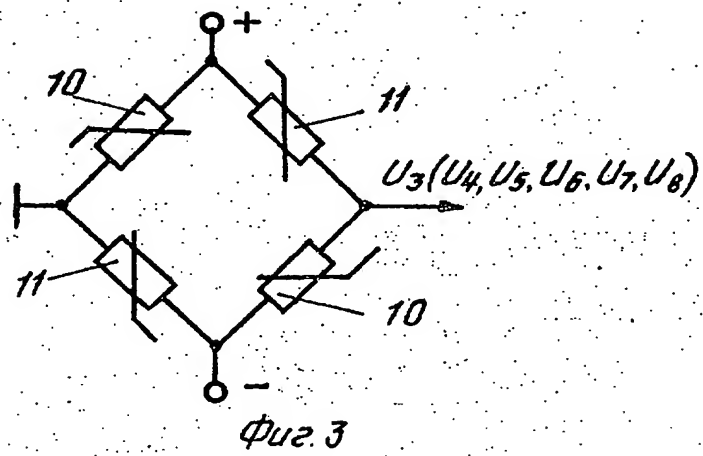
парно в вершинах основания и силовоспринимающей части, и углы при вершинах треугольных граней, образованных стержнями в месте закрепления в силовоспринимающей части составляют $108-120^\circ$, а сами эти вершины находятся в вершинах треугольника силовоспринимающей части, при этом треугольные грани с вершинами в силовоспринимающей части перпендикулярны плоскости основания и плоскости силовоспринимающей части, а длина каждого стержня в три и более раза превышает длину большей стороны его сечения и в два и более раза превышает базу тензорезисторов.

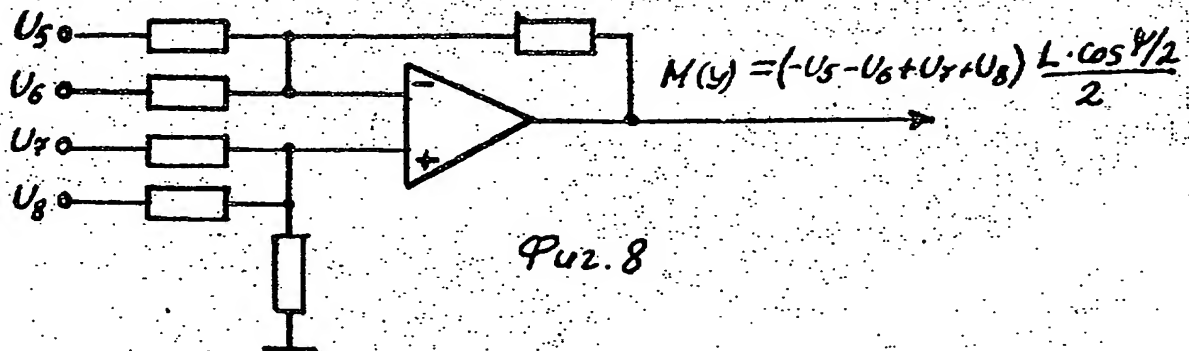
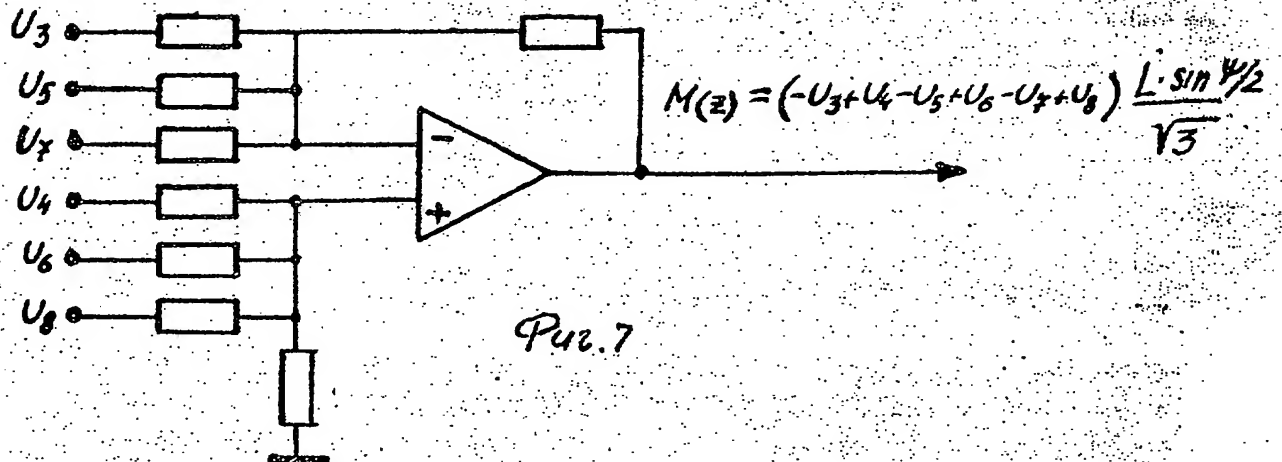
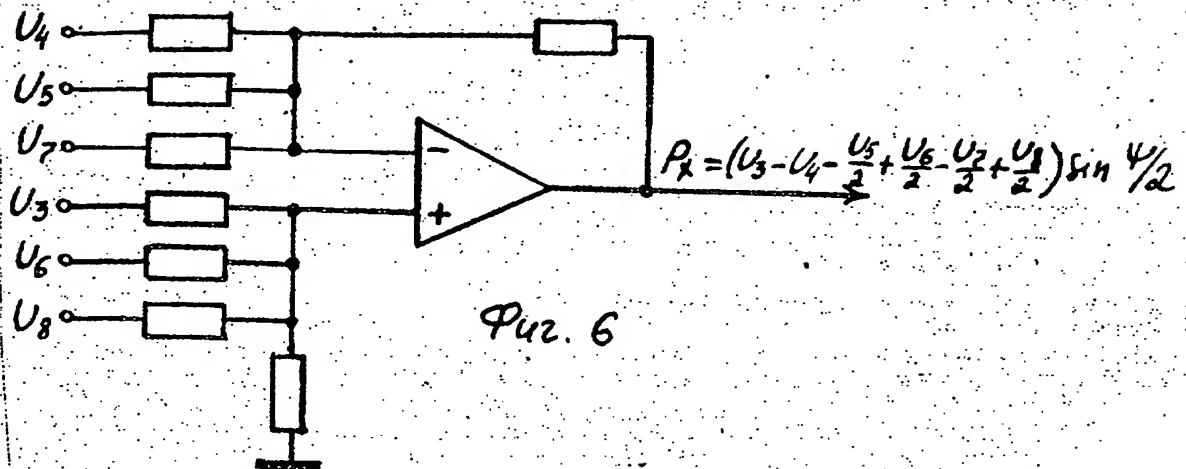


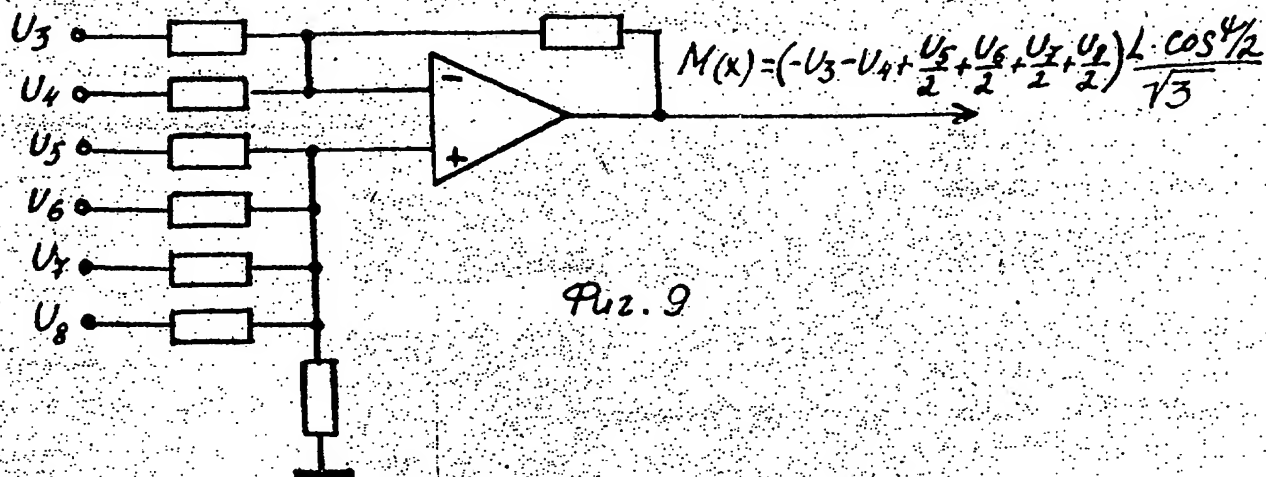
Фиг. 1



Фиг. 2







Редактор М.Васильева

Составитель М.Трахимович
Техред М.Моргентал

Корректор С.Черни

Заказ 2496

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101